

LOS SACOGLOSOS (MOLLUSCA, OPISTHOBRANCHIA) DEL SUDESTE IBERICO. CATALOGO DE LAS ESPECIES Y PRESENCIA DE CLOROPLASTOS ALGALES EN LAS MISMAS

THE SACOGLOSSA (MOLLUSCA, OPISTHOBRANCHIA) OF SE IBERIAN PENINSULA. A CATALOG OF SPECIES AND PRESENCE OF ALGAL CHLOROPLASTS IN THEM

Arnaldo MARIN (*) y Joandomènec ROS (**)

Recibido: 10-VIII-1987

Aceptado: 10-XII-1987

RESUMEN

Las especies ibéricas de Sacoglosos *Elysia viridis*, *E. translucens*, *E. timida*, *E. flava*, *E. gordanae*, *Thuridilla hopei*, *Bosellia mimetica*, *Hermaea bifida*, *H. paucicirra*, *Placida dendritica*, *P. verticillata*, *P. viridis* y *Ercolania funerea* retienen plastos (cloroplastos o rodoplastos) intactos en su tracto digestivo. Por el contrario, *Lobiger serradifalci*, *Oxynoe olivacea*, *Calliopaea bellula* y *Limapontia capitata* no son capaces de establecer esta relación. Se enumeran las especies de Sacoglosos encontradas en el SE ibérico y se indica su distribución, biología y ecología. Se discute el significado de la retención de cloroplastos y rodoplastos.

ABSTRACT

The relationship chloroplast-mollusk in the Sacoglossa from the SE of Spain (Western Mediterranean) is studied. *Elysia viridis*, *E. translucens*, *E. timida*, *E. gordanae*, *E. flava*, *Thuridilla hopei*, *Bosellia mimetica*, *Hermaea bifida*, *H. paucicirra*, *Placida dendritica*, *P. verticillata*, *P. viridis* and *Ercolania funerea* retain intact plastids. On the contrary, *Lobiger serradifalci*, *Oxynoe olivacea*, *Calliopaea bellula* and *Limapontia capitata* are unable to retain functional chloroplasts. A list of the SE Iberian species, with some information on their geographical distribution, biology and ecology is included. The biological meaning of chloroplast retention is discussed.

Palabras Clave: Sacoglosos, Simbiosis, Catálogo, Opisthobranchios, Sudeste de España, cloroplastos.

Key words: *Sacoglossa*, *Catalog*, *Opisthobranchia*, *SE Spain*, *chloroplasts*.

INTRODUCCION

Los Sacoglosos (= Ascoglosos) constituyen un orden de moluscos opisthobranchios que pueden retener cloroplastos o rodoplastos fotosintéticamente activos en las células de la glándula digestiva. Estos moluscos poseen una rádula uni-

seriada ($n \times 0.1.0$) con la que perforan las células algales y succionan el citoplasma vegetal. Los plastos no son digeridos y pasan por fagocitosis al interior de la glándula digestiva. El análisis filogenético de las dietas de los Sacoglosos indica que ha habido una radiación adaptativa dentro del orden (Clark y Bussaca, 1978). Los tecti-

(*) Departamento de Biología Animal y Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30001 Murcia.

(**) Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Avda. Diagonal, 645. 08028 Barcelona.

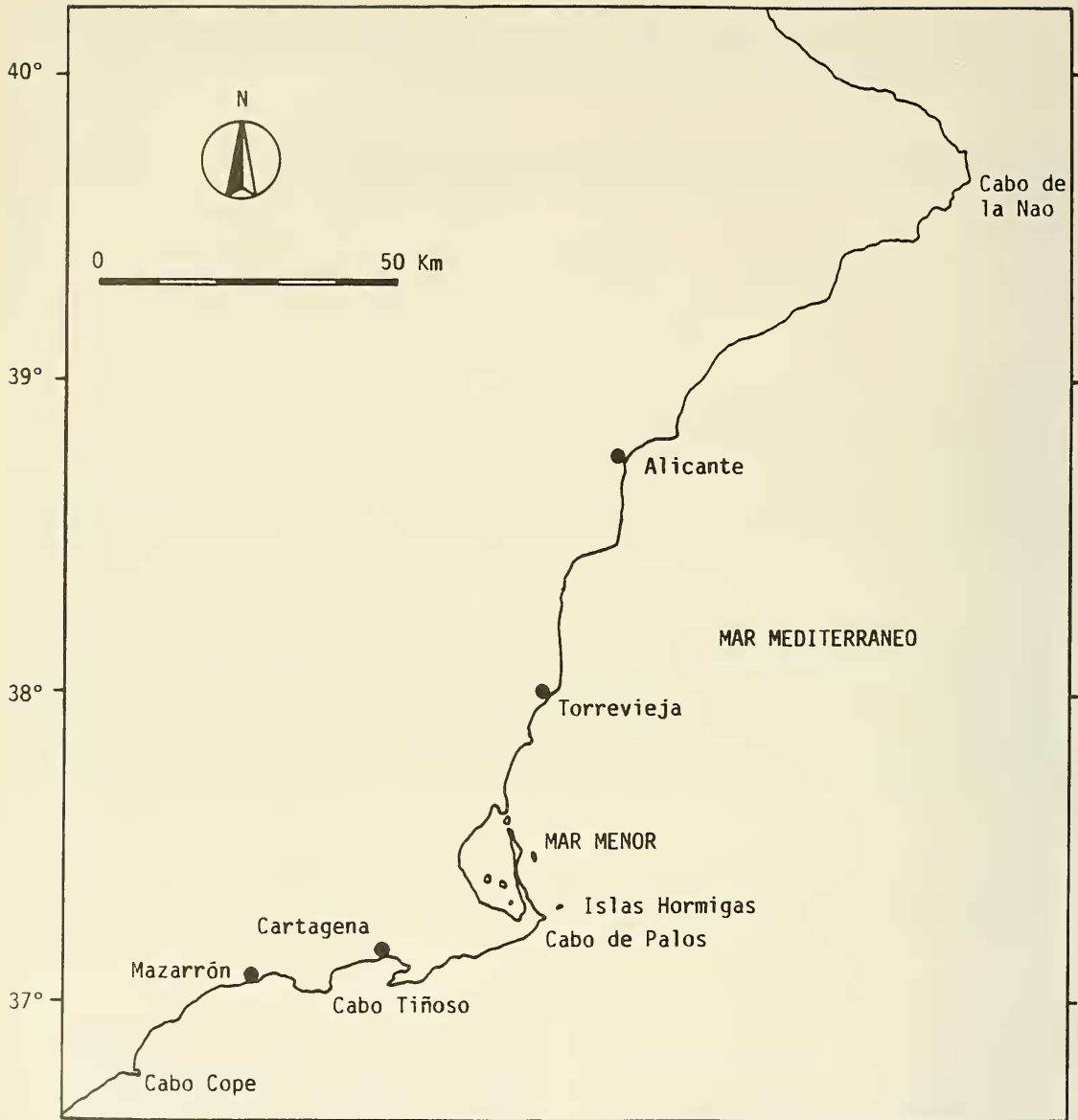


Fig. 1.— Mapa de la zona prospectada, con indicación de las estaciones de muestreo.

branquios (*Cylindrobullidae*, *Volvatellidae*, *Juliidae*, *Oxynoidae* y *Lobigeridae*) son el grupo más primitivo, con concha externa y branquia. Se alimentan de algas clorofíceas del género *Caulerpa*, que posiblemente sean el alimento ances-

tral de este orden. Los cloroplastos de este género algal contienen una estructura denominada sistema lamelar concéntrico (CLS; Fig. 9). Wright y Grant (1978) sugieren que este sistema de membrana confiere a los cloroplastos de *Cau-*

lerpa una gran estabilidad química y osmótica. Posteriores adaptaciones anatómicas y fisiológicas explican la amplia variedad de algas utilizadas (aunque casi siempre se trata de clorófitos) en los Sacoglosos más evolucionados, caracterizados por poseer parapodios, expansiones laterales de la pared del cuerpo (*Elysiidae*), o por tener ceratas, capilas dorsales (*Caliphyllidae*, *Hermæidae* y *Stiligeridae*).

Hidalgo (1917) aportó los primeros datos de la fauna de Sacoglosos ibéricos estudiando sólo las formas testáceas. Sin embargo, no es hasta los últimos decenios cuando se intensifica el estudio faunístico de las costas mediterráneas (Fez, 1974; Ros, 1975, 1976a; Ortea, 1977a; Ballesteros, 1980). El sudeste ibérico viene siendo estudiado en los últimos años (Templado, 1982 a,b; Murillo y Talavera, 1983; Templado, Talavera y Murillo, 1983; Olmo y Ros, 1984; Ballesteros *et al.*, 1986; Marín y Ros, 1987). El interés de la presencia y funcionalidad de los cloroplastos en estos moluscos ha hecho ver la necesidad de poner al día el conocimiento faunístico y de conservación de orgánulos algales en las especies mediterráneas, en especial de las del sudeste ibérico, mejor estudiadas por los autores (Ros y Rodríguez, 1985; Marín y Ros, en prensa; Ros y Marín, en prensa).

MATERIAL Y METODOS

Se han muestreado diversas localidades de la costa de Murcia y Alicante (SE de España) entre 1984 y 1988 (Fig. 1). Los Sacoglosos se han obtenido de la recogida de algas y su posterior examen en el laboratorio. Los opistobranquios de mayor talla y coloración aparente eran localizados directamente, durante el buceo en apnea o con escafandra autónoma. Los animales eran conservados vivos en acuarios y estudiados en el laboratorio. Su alimentación era estudiada en acuarios con diferentes especies de algas (Marín *et al.*, en prensa).

Para demostrar la retención de cloroplastos por las células de la glándula digestiva se empleó la microscopía electrónica de transmisión. El tejido animal era fijado en fosfato de Millonig al 2,5% en glutaraldehído durante una hora a 25°C. Posteriormente era lavado en NaHCO₃ al 2,5% y posfijado en OsO₄ al 1,25% durante una hora a 25°C (Wood y Luft, 1965). La deshidra-

tación se realizaba a través de una serie de alcoholes de graduación ascendente, y se sometía a continuación el tejido a baños de óxido de propileno. Más tarde, era embebido en Epon, que polimerizaba después de tres días a 60°C. Los cortes ultrafinos se pasaban a través de acetato de uranilo y citrato de plomo antes de su observación al microscopio electrónico de transmisión.

RESULTADOS

Se expone a continuación la relación de especies de Sacoglosos obtenidas en el SE ibérico, con datos de distribución geográfica, biología y ecología y retención, en su caso, de cloroplastos.

Ascobulla fragilis (Jeffreys, 1856)

Cylichna fragilis Jeffreys, 1856

Distribución: Mediterráneo: costa occidental italiana (Pruvot-Fol, 1954; Bogi *et al.*, 1984), SE de España (Hidalgo, 1917; Templado *et al.*, 1983; Murillo *et al.*, 1986; Ballesteros *et al.*, 1986).

Atlántico: España (Pruvot-Fol, 1954), Canarias (Murillo *et al.*, 1986).

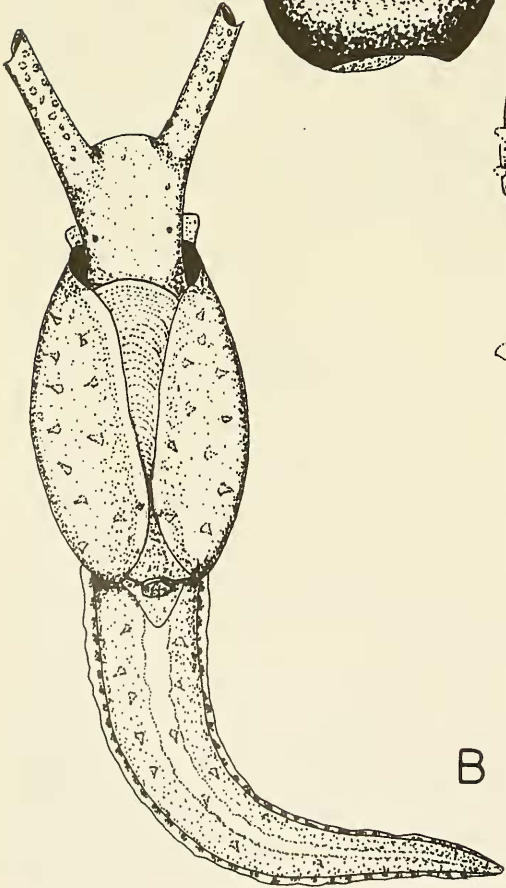
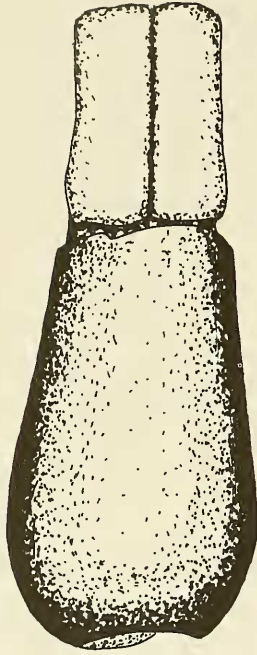
Material: 6 inds. sobre *Caulerpa prolifera*, a 4 m de profundidad. Cabo de la Nao, junio 1987 (Fig. 2A).

Descripción: Concha frágil, cilíndrica, lisa, hialina. El animal se puede retraer completamente dentro de la concha. Disco cefálico muy desarrollado y dividido longitudinalmente. Animal de color rosa pálido. (Diagnosis: Pruvot-Fol, 1954; Bogi *et al.*, 1984).

Biología y ecología: *A. fragilis* se encuentra sobre la caulerpal *Caulerpa prolifera*, de la cual se alimenta y en la que se reproduce. La puesta es un cordón blanquecino de 1 mm de ancho aproximadamente, con varias vueltas alrededor de sí mismo de manera irregular (Murillo *et al.*, 1986). Al ser molestado emite un líquido blanco de defensa.

Retención de cloroplastos: *A. fragilis* es el único representante de la familia *Cylindrobullidae* en el Mediterráneo. El estudio de la retención de cloroplastos en esta especie presenta gran interés en relación con el conocimiento de la evolución "simbiótica" del orden *Sacoglossa*. Marcus (1977) incluye esta familia dentro del orden *Bullomorpha*, aunque la mayoría de los

A



B



C

autores están de acuerdo en incluirla dentro de los Ascoglosos. Se desconoce si retiene cloroplastos, aunque es muy probable que no lo haga.

Oxynoe olivacea Rafinesque, 1819

Oxynoe sieboldi Krohn, 1847

Distribución: Atlántico: Islas de Cabo Verde (Eliot, 1906), Islas Canarias (Ortea, 1982). Mediterráneo: Baleares (Hidalgo, 1917), Cabo de Palos (Templado, 1982 b; Murillo *et al.*, 1986), Nápoles (Schmekel, 1968), Banyuls (Pruvot-Fol, 1954), Israel (Barash y Danin, 1971), Mar Egeo.

Material: numerosos ejes. en pradera mixta de *Caulerpa prolifera*, y *Cynodocea nodosa*, en aguas muy someras. El Pudrimel (bocana de la gola), presente a lo largo de todo el año. Fig. 2B.

Descripción: Animal de cuerpo limaciforme, con concha externa recubierta por los parapodios. Longitud máxima, 60 mm. Coloración general verde oscuro, con manchas rosáceas en los rinóforos y parapodios. Una banda rosácea recorre la línea mediodorsal de la cola. Borde del pie festoneado por una banda estrecha de color rosado con puntos azules verdosos. Pie con bordes redondeados, amarillo verdoso. (Diagnosis: Pruvot-Fol, 1954; Schmekel, 1968; Ortea, 1982).

Biología y ecología: *O. olivacea* está asociada a prados de *Caulerpa prolifera*, de la que se alimenta. La puesta es un cordón espiral de una sola vuelta, con huevos de color blanco. Los huevos miden 250 micras de diámetro y la cápsula que los contiene, 500 micras (Ortea, 1982). Al ser molestado emite un líquido repelente de defensa.

Retención de cloroplastos: La coloración verde del animal, al igual que en *Lobiger serradifalci*, se debe a pigmentos tegumentarios propios y no a la retención de cloroplastos (presente estudio).

Lobiger serradifalci (Calcara, 1840)

Lobiger philippi Krohn, 1847

Distribución: Mediterráneo: Baleares (Hidalgo, 1917), Cabo de Palos (Templado, 1982 b; Murillo *et al.*, 1986), Sicilia, Marsella (Pruvot-Fol, 1954), Banyuls (Gonor, 1961), Nápo-

les (Schmekel, 1968), Israel (Barash y Danin, 1971).

Material: Varios ejes. en pradera mixta de *Caulerpa prolifera*, en aguas someras. El Pudrimel. Fig. 2C.

Descripción: Longitud máxima, 40 mm. Animal limaciforme con concha externa. A cada lado, el parapodio forma dos lóbulos de borde ondulado. Tubérculos cónicos distribuidos por todo el cuerpo, cola y parapodios. El color general del cuerpo es verde, con una banda negra que recorre ambos lados, la cabeza y el cuello. El borde de los parapodios, con tubérculos de color rojo cadmio. La concha reducida, muy delgada y frágil, es incapaz de contener retraído al animal. (Diagnosis: Pruvot-Fol, 1954; Gonor, 1961; Schmekel y Portmann, 1982).

Biología y ecología: *L. serradifalci* vive sobre *Caulerpa prolifera*, de la que se alimenta. Cuando es molestado expande los parapodios y emite un líquido blanco ácido. Puede regenerar los parapodios en unos seis días. La puesta consiste en un cordón espiral de una vuelta que contiene numerosos huevos blancos. Emergen larvas veligeras libres a los 16 días a 16°C (Schmekel y Portmann, 1982).

Retención de cloroplastos: La coloración verde del animal no se debe a la retención de cloroplastos, sino a pigmentos acumulados en el tegumento. El tejido digestivo visto al microscopio electrónico de transmisión muestra que *L. serradifalci* no retiene cloroplastos en sus células.

Elysia viridis (Montagu, 1804)

Laplysia viridis Montagu, 1804

Aplysiopsis neapolitanus Delle Chiaje, 1830

Elisia marmorata Cantraine, 1835

Acteon elegans de Quatrefages, 1844

Elysia fusca Philippi, 1844

Elysia viridis var. *olivacea* Jeffreys, 1864

Elysia margaritae Fez, 1962

Elysia pagenstecheri Marcus, 1982

Distribución: Desde las costas mediterráneas a escandinavas; distribución imprecisa, pues varias especies son confundidas con *E. viridis*.

Material: 17 inds. sobre *Codium vermilara*, a

Fig. 2.— A) *Ascobulla fragilis*, B) *Oxynoe olivacea*, C) *Lobiger serradifalci*.

3 m de profundidad. Torrevieja, islas Hormigas. Diciembre a febrero. Fig. 3A.

Descripción: Longitud máxima, 27 mm. Parapodios triangulares, con venas muy marcadas. El color del cuerpo es verde oscuro con puntos blancos distribuidos por todo el cuerpo, especialmente en los rinóforos, alrededor de los ojos y borde de los parapodios. Rinóforos cortos y auriculados, con punteadura blanca y violeta. Labio superior de la boca con una típica coloración violeta. Dientes radulares de gran tamaño (160-210 micras), denticulados. (Diagnosis: Pruvot-Fol, 1954; Bouchet, 1984; Thompson, 1976).

Biología y ecología: *E. viridis* come las caulerpales *Codium fragile* (Hinde y Smith, 1975), *C. tomentosum* y *C. bursa* (Ballesteros, 1982). La puesta en espiral contiene de 6000 a 10000 huevos de 66-76 micras de diámetro (Hagerman, 1970). Las larvas veligeras eclosionan, después de un periodo embrionario de 5-12 días, con concha de tipo I (Pelseneer, 1911).

Retención de cloroplastos: *E. viridis* retiene cloroplastos funcionales durante al menos dos meses (Taylor, 1968; Hinde y Smith, 1975) (fig. 22). Los cloroplastos son incapaces de sintetizar nueva clorofila (Trench *et al.*, 1973). Hinde y Smith (1975) demuestran la importancia de la fotosíntesis algal en la nutrición de *E. viridis*: animales en ayunas mantenidos en oscuridad perdían peso más rápidamente que a la luz.

Elysia translucens Pruvot-Fol, 1957

Elysia viridis Pruvot-Fol, 1954 (Forma II)

Distribución: Imprecisa. Mediterráneo: Banyuls (Pruvot-Fol, 1957), Bahía de Calvi (Bouchet, 1984), SE de España (Templado *et al.*, 1988; Marin y Ros, 1987).

Material: 38 ejes. en paredes umbrías, sobre *Udotea petiolata* y en pradera de *Posidonia oceanica*, entre 1 y 10 m de profundidad. Cabo de la Nao, Torrevieja, Cabo de Palos, Cabo Tiñoso, Cabo Cope e islas Hormigas. Diciembre a mayo. Fig. 3B.

Descripción: Bouchet (1984) demuestra que la forma II de *E. viridis* descrita por Pruvot-Fol (1954: 201) corresponde a *E. translucens*. Longitud máxima, 15 mm. El color general del cuer-

po es más o menos oscuro. Parapodios redondeados, ribeteados de escasos puntos blancos y sin venas bien marcadas. Rinóforos cortos y verdes. Labio superior de la boca verde, a diferencia de *E. viridis*, donde es violeta. Dientes radulares con fina denticulación, de 75-80 micras de longitud. (Diagnosis: Bouchet, 1984).

Biología y ecología: *E. translucens* se encuentra en praderas de *Posidonia oceanica* someras con la caulerpal *Udotea petiolata* en sus rizomas. También se localiza en paredes umbrías sobre *U. petiolata*, de la que se alimenta. *E. translucens* succiona el fluido celular mordiendo en los bordes deshilachados de esta cloroficea.

Retención de cloroplastos: Los cloroplastos de *Udotea petiolata* contienen un sistema lamelar concéntrico (CLS; Fig. 9) o cuerpo solar organizador del tilacoide (Hori y Ueda, 1967; Borowitzka y Larkum, 1974; Calver *et al.*, 1976; Colombo, 1978). El CLS no contiene clorofila y parece ser continuo con el interior de la membrana que envuelve al cloroplasto. Se ha sugerido este sistema de membrana como responsable de la gran resistencia de estos cloroplastos a su ruptura (Wright y Grant, 1978). *E. translucens* muestra en las células de la glándula digestiva cloroplastos intactos (Fig. 11) y fotosintéticamente activos. Opistobranquios mantenidos en ayunas durante 10 días conservan funcionales los cloroplastos (Marín y Ros, en prensa).

Elysia timida (Risso, 1818)

Notarchus timidus Risso, 1818

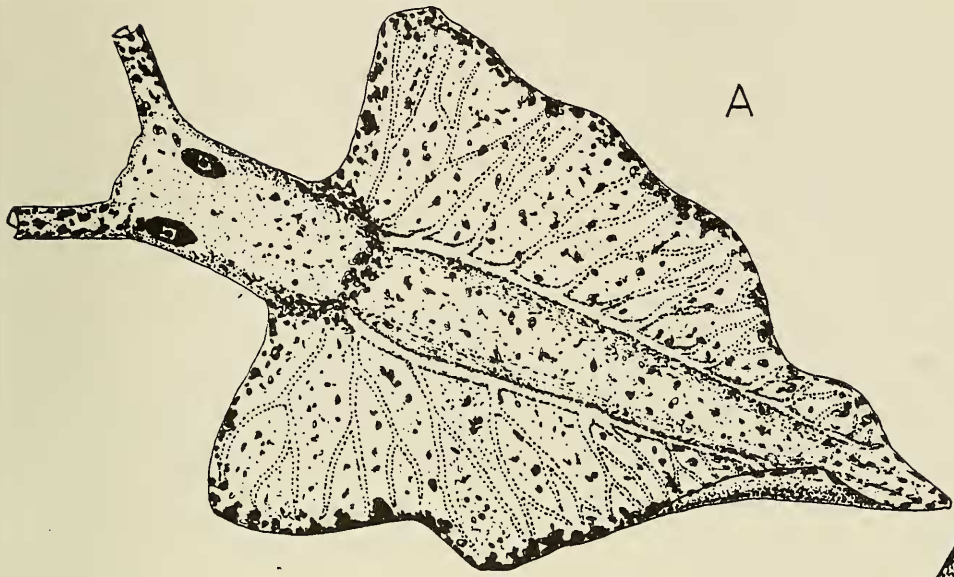
Elysia viridis Bergh, 1880 (var. *lactea*)

Distribución: Mediterráneo: Nápoles (Schmekel, 1968), Israel (Rahat y Monselise, 1979; Barash y Danin, 1971), Cataluña (Ballesteros, 1979); Baleares (Ros, 1981), Mar Menor (Murillo y Talavera, 1983; Ros y Rodríguez, 1985), Cabo de Palos (Templado, 1982 b).

Material: numerosos ejes. en aguas someras con fondos rocosos recubiertos de *Acetabularia* spp. Cabo de la Nao, Tabarca, Cabo de Palos, bahía de Mazarrón y Aguilas (siempre en calas resguardadas). Abundantísima en fondos similares del Mar Menor. Todo el año. Fig. 3C.

Descripción: Longitud máxima, 25 mm.

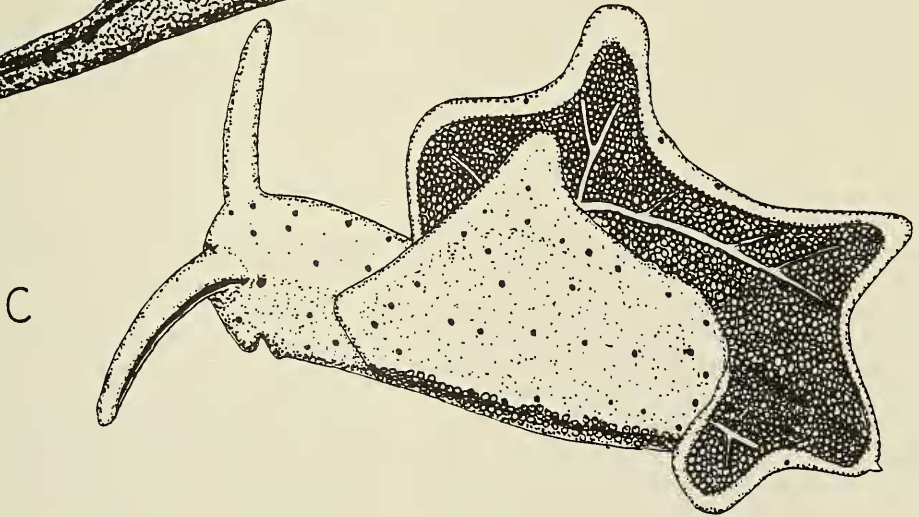
Fig. 3.- A) *Elysia viridis*, B) *Elysia translucens*, C) *Elysia timida*.



A



B



C

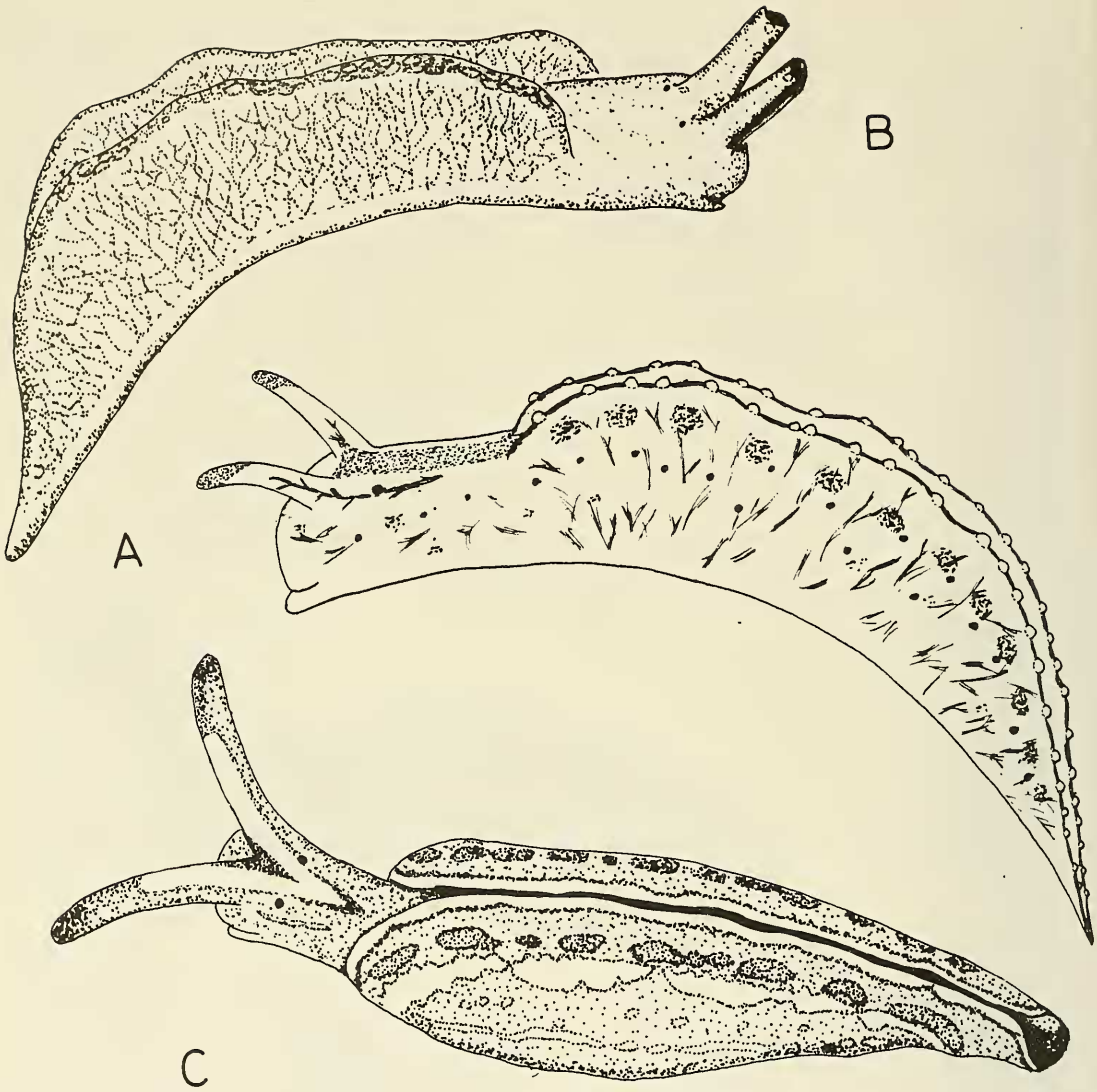


Fig. 4.- A) *Elysia gordanae*, B) *Elysia flava*. C) *Thuridilla hopei*.

Cuerpo estilizado, de color blanco. Parapodios triangulares con venas bien marcadas. A ambos lados del cuerpo se sitúa una franja verde en la base de los parapodios. Numerosos puntos rojos en todo el cuerpo, más abundantes en la cabeza y cara externa de los parapodios. Rinóforos alargados y auriculados. Los ojos se sitúan en su ba-

se. (Diagnosis: Ballesteros, 1979; Bouchet, 1984).

Biología y ecología: *Elysia timida* se encuentra en fondos someros protegidos del oleaje, como bahías y lagunas costeras (Ros y Rodríguez, 1985) en las que abunda el alga dasicladal *Acetabularia acetabulum*, de la que se ali-

menta. Al desplazarse mueve rítmicamente, hacia delante y hacia atrás y al unísono, los rinóforos y parapodios. La puesta es un cordón que da dos vueltas en espiral y contiene 34-168 huevos de 120 micras de diámetro. En 16 a 21 días se desarrolla una fase juvenil bentónica sin fase planctónica (Rahat, 1976).

Retención de cloroplastos: El comportamiento de *E. timida* está adaptado para obtener el máximo rendimiento de los cloroplastos que retienen las células de la glándula digestiva (Fig. 10). El animal hace variar la superficie expuesta expandiendo o recogiendo los parapodios según la intensidad de luz (Rahat y Monselise, 1979). Ros y Rodríguez (1985) y Marín y Ros (en prensa) han estudiado la actividad fotosintética de los cloroplastos algales de esta especie en el SE ibérico.

Elysia gordanae Thompson & Jaklin, 1988

Distribución: Mediterráneo: Uvala Kivi (Yugoslavia) (Thompson y Jaklin, 1988).

Material: 6 ejes. sobre *Bryopsis* sp. a 27 m de profundidad, y sobre algas fotófilas a 2 m. Cabo Tiñoso y Torrevieja. Agosto a octubre. Fig. 4A.

Descripción: Longitud máxima, 17 mm. Característico color verde amarillento pálido. Parapodios marcadamente bajos en comparación con otros *Elysiidae*. Numerosos puntos azules se sitúan en los flancos del cuerpo y cabeza. Manchas blanco-rosáceas salpican cabeza, pericardio, ápices de los rinóforos, dorso y zonas aisladas de los parapodios. También hay pequeños puntos rojos brillantes en el cuerpo. Pie anteriormente redondeado, no bilobulado. Rinóforos no auriculados y moderadamente largos. Cabeza redondeada y con los ojos visibles. Dientes radulares de 70 micras de longitud, con filo finamente denticulado. (Diagnosis: Thompson & Jaklin, 1988).

Biología y ecología: La alimentación consiste en la cloroficea *Cladophora* sp. El ambiente luminoso es bastante amplio, desde lugares someros bien iluminados a lugares esciáfilos (hasta 27 m de profundidad). La puesta en espiral contiene huevos blancos, uno en cada cápsula, con una excreción nutritiva extracapsular de color naranja (Thompson y Jaklin, 1988).

Retención de cloroplastos: Retiene los cloroplastos de *Cladophora* sp., pero la tasa de renovación debe ser alta puesto que a los dos días

en ayunas palidece aún más su color.

Elysia flava Verrill, 1901

Distribución: Atlántico: Jamaica (Thompson, 1977), Puerto Rico (Marcus, 1980), Bermudas (Verrill, 1901); Clark, 1984), Canarias (Ortea, 1982). Mediterráneo: Túnez (Bouchet, 1984), España (Ballesteros *et al.*, 1986; Marín y Ros, 1987), Egeo (Thompson, 1983).

Material: 11 ejes. sobre *Bryopsis* sp., a 27 m de profundidad, y sobre algas fotófilas a 5 m. Cabo de la Nao. Octubre 1986 y junio 1987. Fig. 4B.

Descripción: Longitud máxima, 10 mm. Cuerpo y cabeza de color amarillento. Cabeza pequeña, con puntos blancos. Rinóforos cortos, con manchas blancas subterminales. Parapodios caracterizados por su borde ondulado con numerosas papilas blancas y por tener venas bien marcadas de color verde. Los dientes de la rádula son muy pequeños (40-55 micras) y lisos. (Diagnosis: Thompson, 1977; Ortea, 1982; Bouchet, 1984).

Biología y ecología: A pesar de ser una especie de distribución anfiatlántica no son conocidas ni su puesta ni su alimentación. Normalmente se encuentra a poca profundidad, entre algas fotófilas.

Retención de cloroplastos: Los cortes del tejido digestivo de *E. flava* vistos al microscopio electrónico de transmisión muestran cloroplastos intactos (Fig. 13). La morfología de los cloroplastos es la típica de Cladoforales, posiblemente de *Cladophora* sp. La persistencia de los cloroplastos, aunque se carece de datos, es de suponer que sea corta, debido al rápido cambio de coloración durante los dos primeros días de mantenimiento en ayunas.

Thuridilla hopei (Vérany, 1853)

Actaeon hopei Vérany, 1853

Elysia splendida Grube, 1861

Distribución: Mediterráneo oriental y occidental: Israel (Barash y Danin, 1971), Turquía (Swennen, 1961), Nápoles (Schmekel, 1968), Villefranche (Haefelfinger, 1960), Marsella (Vayssièrre, 1913), Niza (Vérany, 1853), Cataluña (Ros, 1975; Ballesteros, 1980), Baleares (Ros, 1975, 1981; Dekker, 1986), SE de España (Templado, 1982b; Ballesteros *et al.*, 1986; Marín y Ros, 1987).

Material: 29 ejes. sobre sustrato rocoso recu-

bierto de *Cladophora vagabunda*, a 1-3 m de profundidad. Torrevieja y Mazarrón. Julio a noviembre. Fig. 4C.

Descripción: Longitud máxima, 25 mm. Cuerpo estrecho y alargado. Los parapodios se encuentran recogidos durante el desplazamiento, expandidos en condiciones de reposo y baja intensidad de luz. Pie estrecho, con bordes redondeados. Rinóforos cortos, auriculados, abiertos hacia la cara externa. La coloración general del cuerpo es variable: verde oscuro, azul claro o violeta oscuro, casi negro. Los llamativos parapodios se encuentran festoneados por un borde naranja, franjas azul cielo irisado y amarillo pálido. Rinóforos violeta oscuro con banda interna amarillo pálido irisado y azul cielo irisado que corona el extremo. Superficie interna de los parapodios de color violeta oscuro. Boca con labio inferior naranja. Dientes radulares anchos y aserrados en su borde. (Diagnosis: Pruvot-Fol, 1954; Schmekel, 1968; Bouchet, 1984).

Biología y ecología: La puesta es un cordón espiral de dos vueltas, con huevos de color naranja. Una puesta recolectada en octubre contenía 108 huevos de 200 micras de diámetro. Después de 20 días a 21°C eclosionan larvas planctónicas con desarrollo lecitotrófico (Thompson y Salghetti-Drioli, 1984). *T. hopei* se encuentra en lugares rocosos y bien iluminados sobre el alga cladoforal *Cladophora vagabunda*, de la que se alimenta. Manifiesta una respuesta a los estímulos luminosos semejantes a *Elysia timida*.

Retención de cloroplastos: En las células de la glándula digestiva se observan numerosos cloroplastos más o menos esféricos (Fig. 14), que presentan un pirenoide central rodeado de granos de almidón. Estos cloroplastos son obtenidos por el animal de su alimento, *C. vagabunda*. *Thuridilla hopei* mantenida en ayunas conserva los cloroplastos funcionales durante 5 días (Marín y Ros, en prensa).

Bosellia mimetica Trinchese, 1890

Distribución: Mediterráneo: Francia (Pruvot-Fol, 1954), Italia (Portmann, 1958), Cataluña (Ballesteros, 1979), SE ibérico (Templado, 1982 b; Ballesteros *et al.*, 1986; Marín y Ros, 1987). Atlántico: Curaçao, Florida, Brasil (Marcus, 1973, 1977; Clark, 1984).

Material: 23 inds. sobre *Halimeda tuna*, entre 3 y 17 m de profundidad. Islas Hormigas, Cabo de Palos, Mazarrón. Abril a junio. Fig. 5A.

Descripción: Longitud máxima, 8 mm. Cuerpo redondeado, tan ancho como largo, muy plano. Rinóforos muy cortos, auriculados. El color del cuerpo es verde brillante, con puntos blancos que forman manchas. Los parapodios de *Bosellia* son, en realidad, una expansión lateral del pie. Pie verde amarillento. Dientes robustos, curvados y con fuertes denticulos. (Diagnosis: Portmann, 1958; Marcus, 1973).

Biología y ecología: *Bosellia mimetica* se alimenta del alga *Halimeda tuna*. Este sacogloso se encuentra en lugares sometidos a la acción del oleaje y su ancho pie puede ser una adaptación a este hábitat de alta energía (Clark, 1984). *B. mimetica* es extremadamente críptica sobre *Halimeda tuna* (Portmann, 1958). La puesta es un cordón espiral con huevos amarillos de 60-75 micras de diámetro. Después de 13 días a 16°C emerge una larva velígera planctónica (Schmekel y Portmann, 1982).

Retención de cloroplastos: Las microelectrografías del epitelio digestivo muestran gran cantidad de cloroplastos idénticos a los de *Halimeda tuna* (Fig. 15). Los cloroplastos se mantienen funcionales y fijan ¹⁴C (Marín y Ros, en prensa). Probablemente los cloroplastos no sólo le sirven a *B. mimetica* para camuflarse, sino que también le son necesarios para su maquinaria metabólica.

Hermaea bifida (Montagu, 1815)

Doris bifida Montagu, 1815

Physopneumon carneum Costa, 1862

Distribución: Mediterráneo: Nápoles (Mazzarelli, 1903; Schmekel, 1968), Livorno (Sordi y Majidi, 1957), SE de España (Templado, 1982 b; Marín y Ros, 1987). Atlántico: Islas Británicas (Thompson, 1976).

Material: 18 ejs. sobre *Lophosiphonia* sp., a 2-3 m de profundidad. La Azohía, Mazarrón. Diciembre y enero. Fig. 5B.

Descripción: Longitud máxima, 5 mm. El color del cuerpo es blanco hialino, con la glándula digestiva de color marrón rojizo. Ceratas no muy numerosos, con pequeños tubérculos en la parte superior. Punteadura blanca en lo alto de los ceratas, cuerpo y rinóforos. Rádula, 35 x 0.1.0. (Diagnosis: Thompson, 1975; Schmekel, 1968).

Biología y ecología: Normalmente se encuentra sobre la rodoficea *Griffithsia flosculosa*, de la que se alimenta (Taylor, 1971; Schmekel y Portmann, 1982). La puesta tiene forma es-

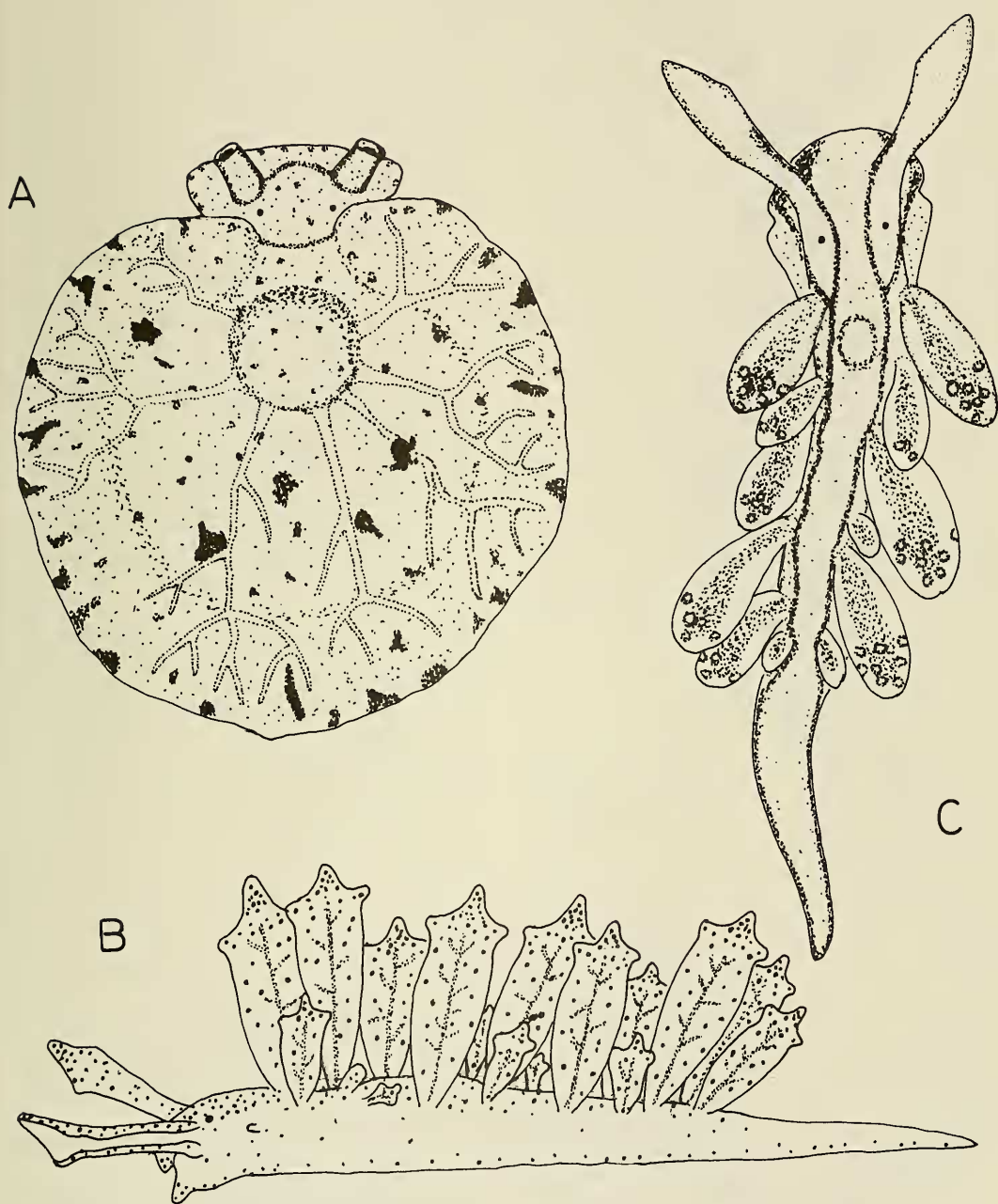
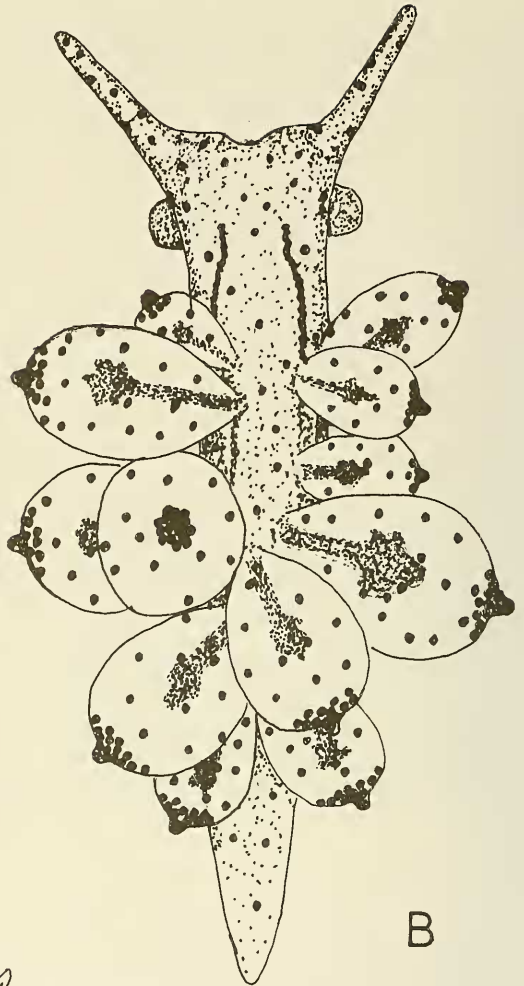


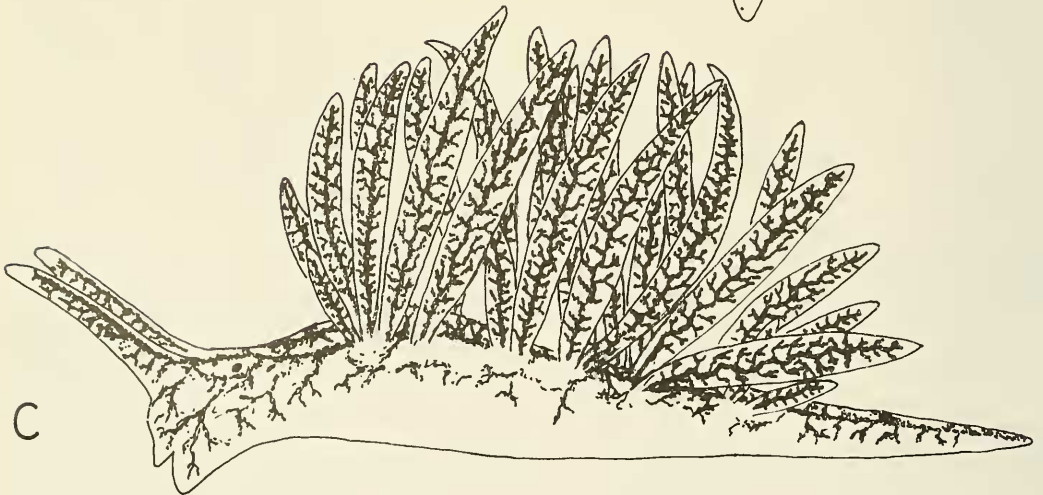
Fig. 5.— A) *Bosellia mimetica*, B) *Hermaea bifida*, C) *Hermaea paucicirra*.



A



B



C

piral, con huevos blancos de 48-54 micras de diámetro. Después de un período de desarrollo de 10 días emerge una larva velígera con concha de tipo I (Thompson, 1976).

Retención de cloroplastos: *H. bifida* retiene plastos de la ceramial *Griffithsia flosculosa* (Taylor, 1971). Es el único sacogloso mediterráneo que retiene rodoplastos, ya que todas las especies conocidas se alimentan de cloroficeas. Kremer y Schmitz (1976) estudian la fijación de $^{14}\text{CO}_2$ de los rodoplastos contenidos en el tubo digestivo.

Hermaea paucicirra (Pruvot-Fol, 1954)

Distribución: Atlántico: Marruecos (Pruvot-Fol, 1953), Asturias (Ortea, 1977), Cuenca de Arcachon (Salvat, 1968). Mediterráneo: Cataluña (Ballesteros, 1980), Cabo de Palos (Marín y Ros, 1987).

Material: 6 inds. en rizomas de *Posidonia oceanica* y sobre cantos con algas fotófilas, de 2 a 17 m de profundidad. Cabo de Palos, islas Hormigas, bahía de Mazarrón. Diciembre a abril. Fig. 5C.

Descripción: Longitud máxima, 5 mm. Coloración general del cuerpo blanquecina. Dos líneas violeta, que se bifurcan en la cabeza y rodean los rinóforos, recorren el dorso del animal. Cada lado del cuerpo presenta una línea violeta unida anteriormente con la línea dorsal por debajo del rinóforo. Las bandas violeta de los flancos están unidas en la cola. Rinóforos ovoides, de color blanco, con una mancha violeta en la cara interna de la base. Los ceratas, 8 en cada lado, son globosos y semitransparentes, con puntos blancos en su cara anterior. La glándula digestiva, de color pardo, penetra en los ceratas. (Diagnosis: Salvat, 1968; Ballesteros, 1980).

Biología y ecología: Salvat (1968) cita *H. paucicirra* en la costa atlántica francesa sobre la caulerpal *Codium tomentosum*.

Retención de cloroplastos: No estudiada.

Placida cremoniana (Trinchese, 1892)

Hermaea cremoniana Trinchese, 1892

Ercolania trinchessii Pruvot-Fol, 1951

Distribución: Mediterráneo: Nápoles (Trin-

chese, 1892; Schmekel, 1968), Valencia (Fez, 1974), Cataluña (Ballesteros, 1980), SE de España (Templado *et al.*, 1983; Marín y Ros, 1987), Israel (Barash y Danin, 1971). Pacífico: Japón (Baba, 1959), Guam (Hoff y Carlson, 1974).

Material: 1 ind. sobre algas esciáfilas a 8 m de profundidad. Cabo de Palos. Mayo 1986. Fig. 6A.

Descripción: Longitud máxima, 10 mm. Animal llamativo, con el cuerpo de color amarillo brillante. La cabeza y el tercio superior de los ceratas de color marrón, casi negro. Los rinóforos auriculados, de color marrón oscuro, están recorridos por una banda blanca en su cara posterior. Las dos bandas blancas se unen detrás de los ojos formando una V. Los ceratas, numerosos, están recorridos en su cara interior por una banda blanca. (Diagnosis: Schmekel, 1968; Pruvot-Fol, 1951).

Biología y ecología: No se conoce el alimento de esta especie. La puesta es un cordón circular o semiespiral, con huevos blancos de 50-60 micras de diámetro. Emergen larvas velígeras después de 12 días a 16°C (Schmekel y Portmann, 1982).

Retención de cloroplastos: No estudiada.

Placida dendritica (Alder & Hancock, 1843)

Hermaea dendritica Alder & Hancock, 1843

Calliopoaea dendritica Alder & Hancock, 1843

Hermaea venosa Lovén, 1844

Distribución: Mundial: Mediterráneo: Francia (Pruvot-Fol, 1954), Cataluña (Ros, 1975; Ballesteros, 1980), Valencia (Fez, 1974), SE de España (Templado *et al.*, 1983; Marín y Ros, 1987), Nápoles (Schmekel, 1968). Atlántico oriental: Islas Británicas (Thompson, 1976), Francia (Pruvot-Fol, 1954), Asturias (Ortea, 1977), Noruega (Odhner, 1939). Atlántico occidental: Nueva Inglaterra, Curaçao (Marcus y Marcus, 1961; Clark y Franz, 1970). Pacífico oriental: EE.UU. (MacFarland, 1966). Pacífico occidental: Japón (Baba, 1955).

Material: 10 ejs. sobre *Codium vermilara* y *Bryopsis plumosa*, a 3-25 m de profundidad. Torrevieja y Cabo Tiñoso. Febrero y octubre de 1986. Fig. 6C.

Descripción: Longitud máxima, 8 mm. Cuer-

Fig. 6.— A) *Placida cremoniana*, B) *Placida viridis*, C) *Placida dendritica*.

po de color blanco hialino, recorrido por numerosas ramificaciones de la glándula digestiva, de color verde oscuro. La glándula digestiva se ramifica por el dorso, ceratas, pie, cabeza y rinóforos. Rinóforos cortos, enrollados longitudinalmente, de color verde debido a las ramificaciones de la glándula digestiva. Ceratas numerosos, alargados, con abundantes ramificaciones de la glándula digestiva. La rádula contiene hasta 53 dientes de 60 micras de longitud. (Diagnosis: Pruvot-Fol, 1954; Thompson, 1976; Schmekel, 1968).

Biología y ecología: *P. dendritica* come las caulerpales *Codium tomentosum*, *C. fragile* (Greene, 1970) y *Bryopsis plumosa*. Normalmente selecciona los ápices de *Codium* para comer. La puesta tiene forma espiral, con dos vueltas bastante apretadas. La puesta tiene lugar en marzo y abril (Ballesteros, 1980). Del embrión sale una larva veligera con concha de tipo I (Thompson, 1976).

Retención de cloroplastos: *P. dendritica* retiene cloroplastos, pero éstos pierden su capacidad funcional dentro de las 24 horas después de haber sido ingeridos (Taylor, 1968; Greene y Muscatine, 1972) (Fig. 16).

Placida verticillata (Ortea, 1982)

Placida verticillata Ortea, 1982

Distribución: Atlántico oriental: Tenerife (Ortea, 1982).

Material: 2 ejes. sobre fondos con *Udotea petiolata*, *Halimeda tuna* y *Bryopsis* sp., 17 m de profundidad. Islas Hormigas. Abril 1988. Fig. 7A.

Descripción: Longitud máxima, 2 mm. Cuerpo semitransparente con numerosas ramificaciones de la glándula digestiva de color verde oliva. Los rinóforos, aplastados y auriculados, están atravesados por una ramificación de la glándula digestiva. Papila anal prominente, con el ápice blanco, que nace en el área cardíaca. Los ceratas presentan un aspecto característico debido a la ramificación de la glándula digestiva; ésta posee un eje central y ramificaciones digestivas secundarias en verticilos simples. Rádula de fórmula $81 \times 0.1.0$ (Ortea, 1982). Dientes radulares de 80 micras de longitud, con una profunda muesca en su parte posterior basal.

Biología y ecología: Se alimenta de las clorofíceas *Codium tomentosum* y *C. adhaerens* (Ortea, 1982). Sin embargo, los ejemplares recolectados se encontraban sobre *Bryopsis* sp. La

puesta es un cordón blanquecino dispuesto en espiral. Los huevos de color blanco miden 130 micras de diámetro (Ortea, 1982).

Retención de cloroplastos: No estudiada, aunque posiblemente retenga los cloroplastos de las algas durante unas horas como lo hace *P. dendritica*, debido al cambio de coloración después de 24 horas en ayuno.

Placida viridis (Trinchese, 1873)

Laura viridis Trinchese, 1873

Distribución: Mediterráneo: Génova (Trinchese, 1873), Nápoles (Schmekel, 1968), Cataluña (Ros, 1975), SE ibérico (Marín y Ros, 1987).

Material: 1 ind. sobre algas fotófilas, a 2 m de profundidad. Torre Vieja. Diciembre 1986. Fig. 6B.

Descripción: Longitud máxima, 6 mm. El cuerpo es de color blanquecino tirando a transparente amarillento. La glándula digestiva, de color verde oliva, se introduce en los ceratas y forma un eje con pequeñas protuberancias redondeadas. Los ceratas son globosos con puntas blancas en el ápice. Rinóforos alargados y redondeados. Pequeños puntos blancos opacos en ceratas, rinóforos y lados del cuerpo. La fórmula radular en un individuo de 6 mm es de $26 \times 0.1.0$. El ano desemboca en una pequeña papila ubicada en la línea dorsal. (Diagnosis: Pruvot-Fol, 1954; Schmekel y Portmann, 1982).

Biología y ecología: *P. viridis* come la caulerpal *Bryopsis* sp. (Schmekel y Portmann, 1982). La puesta en forma de espiral contiene huevos blancos de 40-60 micras de diámetro. Después de 8 días a 16°C emergen las larva veligeras (Schmekel y Portmann, 1982).

Retención de cloroplastos: *P. viridis* retiene cloroplastos en las células de la glándula digestiva, pero son rápidamente degradados a las pocas horas de ser ingeridos.

Calliopaea bellula d'Orbigny, 1837

Embletonia mariae Meyer & Möbius, 1865

Stiliger mariae Bergh, 1885

Stiliger bellulus Eliot, 1910

Stiliger vesiculosus Pruvot-Fol, 1951

Distribución: Mediterráneo: Livorno (Sordi y Majidi, 1957), Villefranche (Haefelfinger, 1960), Nápoles (Schmekel, 1968), Mar Menor (Marín y Ros, 1987). Atlántico oriental: sur de

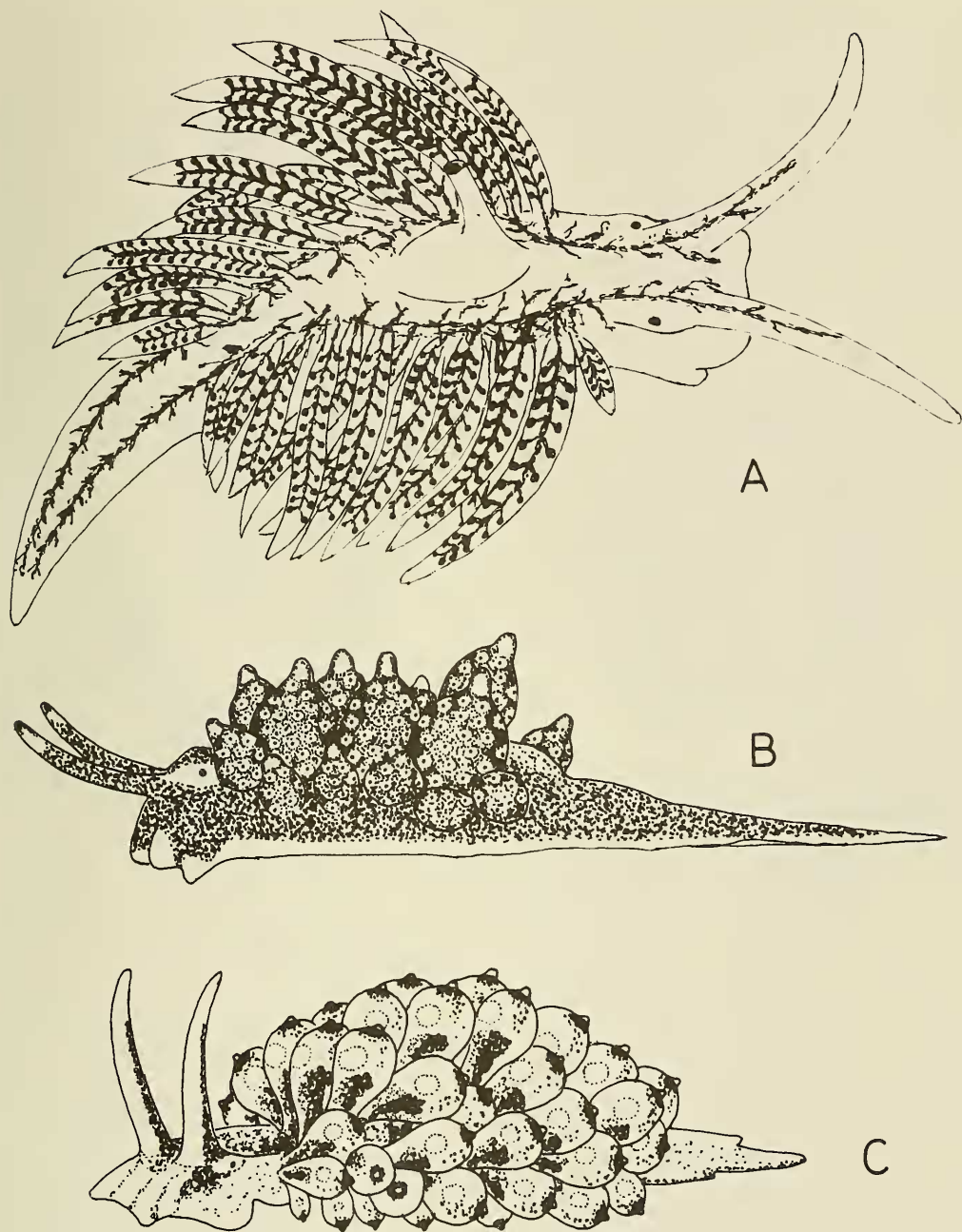


Fig. 7.— A) *Placida verticillata*, B) *Calliopaea bellula*, C) *Ercolania caerulea*.

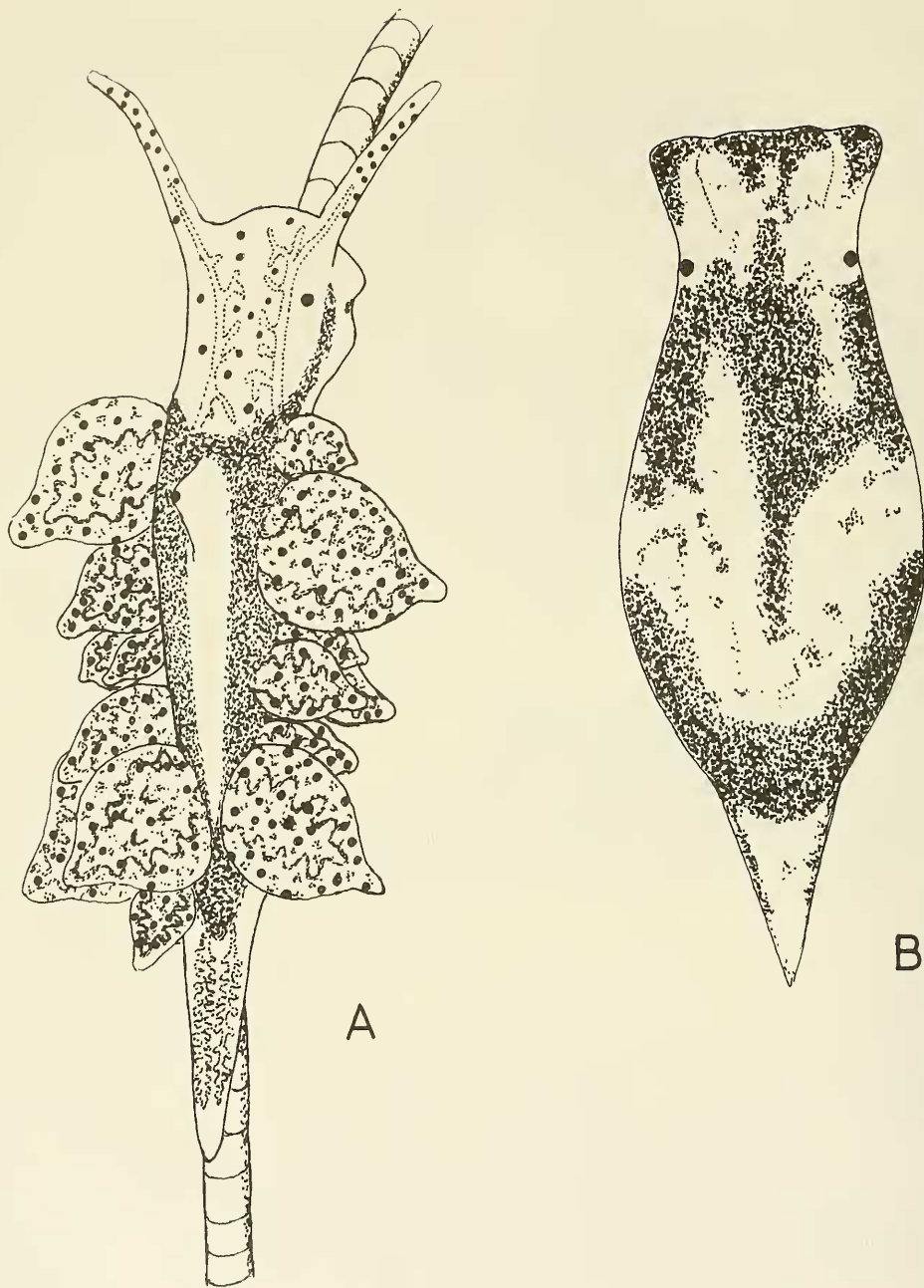


Fig. 8.— A) *Ercolania funerea*, B) *Limapontia capitata*.

Inglaterra e Irlanda (Thompson, 1976), norte de Europa (Lemche, 1938; Chukhchin, 1960).

Material: Numerosos ej. sobre *Chaetomorpha linum*, alga que forma importantes masas en el Mar Menor en primavera y verano. Fig. 7B.

Descripción: Longitud máxima, 10 mm. Rinóforos cilíndricos, alargados, con una banda posterior marrón. Pie ligeramente expandido frontalmente. Cuerpo recubierto por dos hileras de ceratas en cada lado. Los ceratas son globosos, con ápice ligeramente punteado. El color del cuerpo varía de blanco transparente a casi negro. En la región anterior del cuerpo hay tres bandas longitudinales formadas por punteadura marrón, que en la parte posterior se dispersa. Glándula digestiva verde o amarillenta. (Diagnosis: Schmekel y Portmann, 1982; Thompson, 1976).

Biología y ecología: Opistobranquio característico de lagunas costeras, en entramados del alga cladoforal *Chaetomorpha linum*, de la que se alimenta. La puesta tiene forma espiral, con huevos blancos. Después de 7 días a 16°C emergen larvas velígeras libres (Schmekel y Portmann, 1982).

Retención de cloroplastos: Las micrografías revelan que *C. bellula* no retiene cloroplastos en las células del tubo digestivo. El melanismo variable en esta especie parece estar asociada a la inexistencia de "simbiosis" algal.

Ercolania caerulea Trinchese, 1892

Ercolania costai Pruvot-Fol, 1951

Distribución: Mediterráneo: Nápoles (Trinchese, 1892; Schmekel, 1968), Banyuls (Pruvot-Fol, 1954), SE de España (Templado *et al.*, 1988).

Material: 1 ej. sobre *Valonia utricularis* a 6 m de profundidad. Cabo Tiñoso. Noviembre 1986. Fig. 7C.

Descripción: Longitud máxima, 14 mm. Rinóforos cilíndricos y lisos. El dorso está recubierto de numerosos ceratas, de forma más o menos globosa, dependiendo del movimiento. Los ceratas más largos están situados en la línea media del dorso. La glándula digestiva penetra el cerata, pero no la glándula del albumen. El color del cuerpo es blanquecino, con la glándula digestiva de color verde oliva. Numerosos puntos blancos recubren apicalmente rinóforos y ceratas. En cada cerata esta punteadura blanca origina un hemisferio del que parten dos cortas líneas

blancas. Entre las dos líneas hay una mancha azul brillante. La fórmula radular en un animal de 4 mm es 9 x 0.1.0. (Diagnosis: Schmekel, 1968).

Biología y ecología: *Ercolania caerulea* se encuentra asociada a la cladoforal *Valonia utricularis*, de la cual se alimenta (Templado *et al.*, 1988). La puesta es un cordón circular aplastado con huevos blancos de 60-75 micras de diámetro (Schmekel y Portmann, 1982).

Retención de cloroplastos: No estudiada.

Ercolania funerea (A. Costa, 1867)

Embletonia funerea A. Costa, 1867

Embletonia viridis A. Costa, 1866

Embletonia nigrovittata A. Costa, 1866?

Ercolania siottii Trinchese, 1877/79

Ercolania funerea Vayssiére, 1888

Ercolania siottii Mazzarelli, 1903

Stiliger funerea Cuénot, 1927

Non *Stiliger nigrovittatus* Rao y Rao, 1963

Stiliger funereus Marcus y Marcus, 1970

Distribución: Mediterráneo: Italia: Livorno (Sordi y Majidi, 1957), Nápoles (Costa, 1867; Mazzarelli, 1903). Atlántico oriental: Arcachon (Cuénot, 1927). Atlántico occidental: Curaçao (Marcus y Marcus, 1970), Florida (Marcus, 1972).

Material: Numerosos ej. en las golas del Mar Menor, en aguas muy someras y resguardadas de la laguna y en charcas de marea, siempre sobre *Chaetomorpha* sp. Marzo a septiembre. Fig. 8A.

Descripción: Longitud máxima, 11 mm. Cuerpo de color verde debido a la glándula digestiva, más o menos enmascarado por el pigmento oscuro de la piel. El dorso está recorrido por una conspicua banda blanca, que en algunos ejemplares puede apenas aparecer. Pie frontalmente poco expandido y con bordes redondeados. Cola puntiaguda y sin ceratas. Los rinóforos son redondos, lisos y muy alargados. A diferencia de *Calliopaea bellula*, sólo la glándula digestiva penetra en los ceratas, pero no la glándula del albumen. Los ceratas, variables en forma, tienen una coloración verde debido a la glándula digestiva. Numerosas manchas de color rojo pardo recubren ceratas, cuerpo y rinóforos. Además, puntos blancos están repartidos en ceratas, cuerpo y rinóforos. El ano desemboca en una papila corta situada en la línea media dorsal, sobre el pericardio. Gonoporo masculino y femenino se encuentran debajo del rinóforo derecho. Los



Fig. 9.— Microelectrografía del tracto digestivo de *Elysia timida* (x 5.000). En esta figura y las siguientes la clave de símbolos es: A: almidón; Cl: cloroplasto en el que aparecen cambios degenerativos; CLS: cloroplasto; P: núcleo; T: tilacoide; M: mitocondria; N: lisosoma; L: lisosoma; M: núcleo; P: pirrenoide; T: tilacoide; V: microvilli.

Fig. 10.— Microelectrografía del sistema lamelar concéntrico (x 5.000). En esta figura y las siguientes la clave de símbolos es: A: almidón; Cl: cloroplasto en el que aparecen cambios degenerativos; CLS: cloroplasto; P: núcleo; T: tilacoide; M: mitocondria; N: lisosoma; L: lisosoma; M: núcleo; P: pirrenoide; T: tilacoide; V: microvilli.

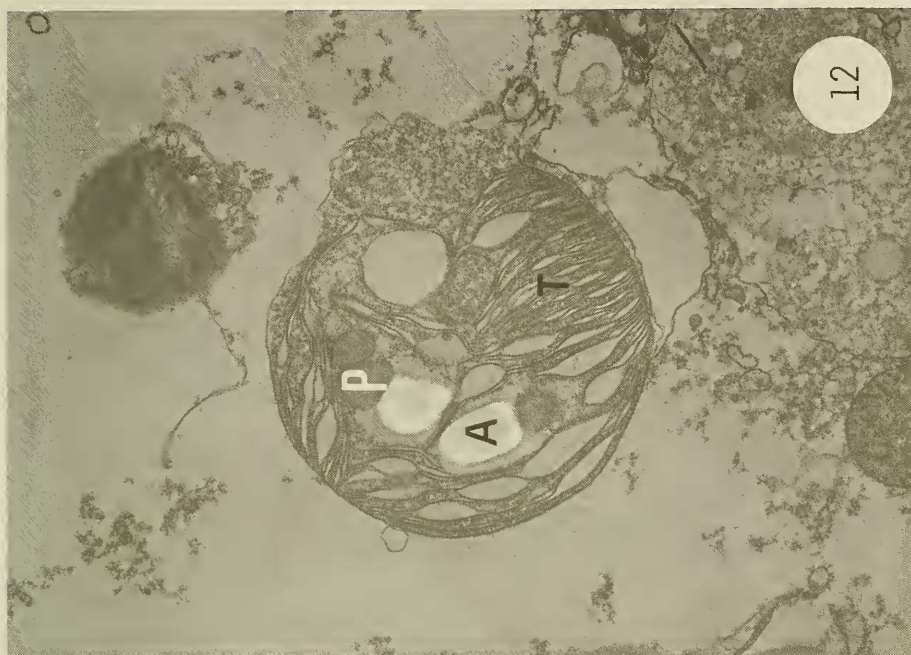


Fig. 11.— Micrografía del tracto digestivo de *Elysia translucens* (x 1.600).

Fig. 12.— Cloroplasto en las células de la glándula digestiva de *Elysia viridis* (x 6.300).

dientes radulares tienen forma de zueco. (Diagnos: Pruvot-Fol, 1954; Schmekel y Portmann, 1982).

Biología y ecología: *E. viridis* se encuentra en charcos intermareales, lugares muy resguardados con aguas someras y en lagunas costeras. Se alimenta de las algas cladoforales *Chaetomorpha aerea* y *C. linum*. La puesta circular contiene huevos blancos de 75-90 micras de diámetro. Después de 7 días a 16°C eclosionan larvas velígeras nadadoras (Schmekel y Portmann, 1982). Al ser molestado emite un líquido blanco de defensa, gracias a las numerosas glándulas repartidas por los ceratas.

Retención de cloroplastos: *E. viridis* retiene cloroplastos funcionales durante 12-24 horas. Como en otros estiligeridos la retención, cuando ocurre, es de corta duración.

Limapontia capitata (Müller, 1774)

Fasciola capitata Müller, 1774

Pontolimax capitatus Meyer y Möbius, 1865

Planaria limacina Fabricius, 1826

Limapontia nigra Johnston, 1836

Distribución: Mediterráneo: Villefranche (Haefelfinger, 1960), Nápoles (Schmekel, 1968), Turquía (Swennen, 1961), SE de España (Marín y Ros, 1987). Atlántico: Islandia, Faroe (Lemche, 1938), Noruega (Odner, 1939), Inglaterra (Eliot, 1910), Holanda, Francia y Portugal (Engel *et al.*, 1940; Tardy, 1962), Marruecos (Pruvot-Fol, 1953).

Material: 4 inds. sobre *Cladophora* sp., a 2 m de profundidad (Los Alcázares, Mar Menor) y a 1 m de profundidad en El Pudridel. Febrero 1985 y julio 1988. Fig. 8B.

Descripción: Longitud máxima, 4 mm. Cuerpo marrón oscuro o negro, salpicado de manchas amarillentas en el dorso y tentáculos anterolaterales. Ojos visibles. El ano se encuentra situado en la línea mediodorsal, posteriormente a la región pericárdica. La abertura del oviducto está localizada en el pliegue derecho del propodio, junto al poro vaginal. La rádula puede contener 20 dientes de 125 micras de longitud. (Diagnos: Thompson, 1976; Pruvot-Fol, 1954).

Biología y ecología: *Limapontia capitata* come cladoforales y ulvales: *Cladophora arcta*, *Enteromorpha intestinalis* (Gascoigne, 1956), *Cladophora sericea* (Colgan, 1911), *C. rupestris*, *Enteromorpha* sp. (Jeffreys, 1863-69). La puesta puede contener un máximo de 800 hue-

vos, de un tamaño variable (60-100 micras) según las localidades (Tchang-Si, 1931; Miller, 1958; Gascoigne, 1956; Chia, 1971). El periodo embrionario es de 7-8 días a 16-17°C y la larva velígera posee una concha de tipo I (Vestergaard y Thorson, 1938).

Retención de cloroplastos: *Limapontia capitata* es incapaz de retener cloroplastos (Greene, 1970; Hinde y Smith, 1974), mientras que en *L. depressa* la capacidad de "simbiosis" varía intraespecíficamente (Hinde y Smith, 1974).

DISCUSION

La dieta algal de los Sacoglosos mediterráneos es muy específica. Salvo *Hermaea bifida*, que come la rodoficea *Griffithsia flosculosa* (Taylor, 1971), todas las especies de sacoglosos estudiados comen clorofíceas. Greene (1970) señala que la mayoría de los Sacoglosos (71%) están asociados con clorófitos, especialmente con algas sifonales (56%). Sin embargo, esta alimentación especializada en los sacoglosos mediterráneos puede estar influenciada por una baja diversidad de algas debida a factores climáticos. Los Sacoglosos tropicales, con un mayor espectro de especies de algas disponible, pueden ser relativamente inespecíficos en su alimentación (Clark y Busacca, 1978). Las especies avanzadas de sacoglosos que no retienen cloroplastos (*Calliopaera bellula* y *Limapontia capitata*) es probable que hayan perdido secundariamente dicha capacidad, mientras que los miembros más primitivos (*Lobiger serradifalci* y *Oxynoe olivacea*) puede que nunca la hayan adquirido. La mayoría de las especies estudiadas retienen cloroplastos: *Elysia viridis*, *E. translucens*, *E. timida*, *E. gordanae*, *E. flava*, *Thuridilla hopei*, *Bosellia mimetica*, *Hermaea bifida* (rodoplastos), *Placida dendritica*, posiblemente *P. verticillata*, *P. viridis* y *Ercolania funerea*.

La explotación de las algas en los sacoglosos mediterráneos parece seguir las siguientes estrategias (véase también Ros, 1976b, 1977, 1982):

I. En ambientes superficiales muy iluminados:
a) Sacoglosos con tegumento pigmentado.

1) Con retención de cloroplastos. Esta coloración podría ser utilizada por el opistobranquio tanto de pantalla de protección para los cloroplastos retenidos como de defensa (coloración

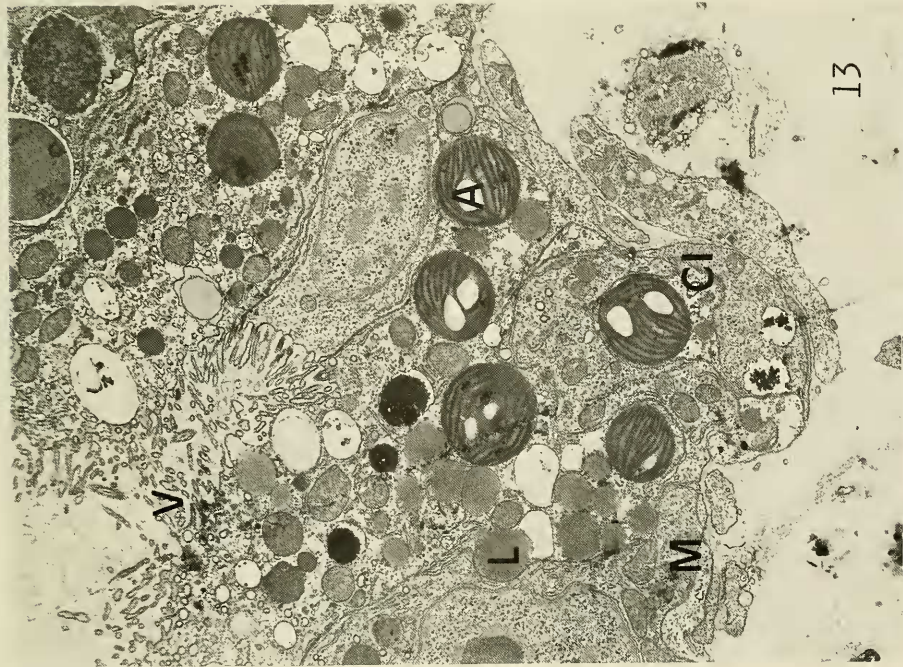


Fig. 13.— Microelectrografía de cloroplastos en el epitelio intestinal de *Elysia flava* (x 1.960).



Fig. 14.— Microelectrografía de cloroplastos en el epitelio intestinal de *Thuidilla hopei* (x 1.600).

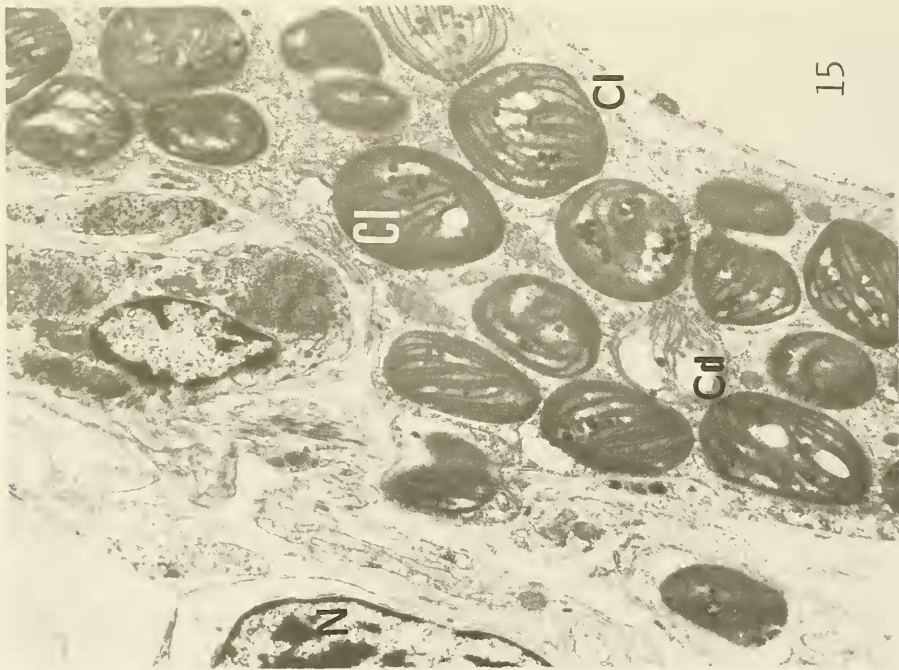


Fig. 15.— Micrografía del tracto digestivo de *Bosellia mimetica* (x 3.960).

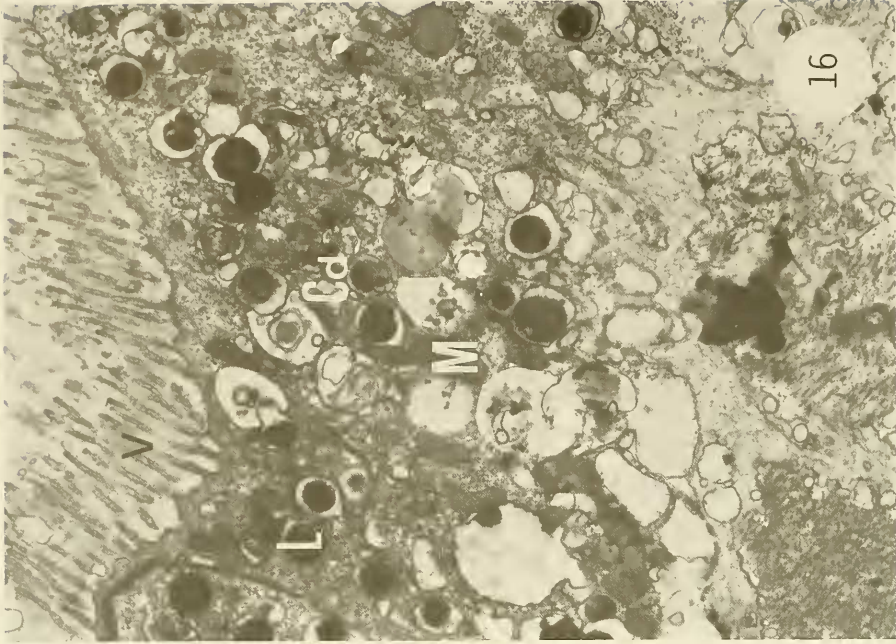


Fig. 16.— Cloroplastos de la glándula digestiva de *Placida dendritica* mostrando cambios degenerativos (x 2.440).

aposemática). *Thuridilla hopei* y *Elysia timida* pueden graduar la superficie expuesta a la luz recogiendo o exponiendo los parapodios.

2) Sin retención de cloroplastos. Sacoglosos con melanismo variable (*Limapontia capitata*, *Calliopaea bellula*) o formas primitivas (los tectibranchios *Lobiger serradifalci* y *Oxynoelisea olivacea*). En estas especies el costo de retener cloroplastos puede exceder el beneficio obtenido de la "simbiosis" con cloroplastos. Por otra parte, la gran abundancia de alimento hace innecesario grandes desplazamientos, por lo que la utilidad de los cloroplastos como reserva es mínima.

b) Sacoglosos sin tegumento pigmentado.

Son opisthobranchios que buscan activamente microhábitats con iluminación adecuada. En *Elysia flava* y *E. gordanae*, junto a este comportamiento, la rápida renovación de cloroplastos puede permitir la explotación de ambientes muy iluminados.

II. En ambientes umbríos:

Generalmente alimento y sustrato suelen coincidir, por lo que los sacoglosos se sitúan en la posición del alga adecuada al mejor rendimiento de los cloroplastos contenidos en las células del tracto digestivo. Los cloroplastos retenidos colorean al animal haciéndolo críptico sobre el alga donante de los plastos (ej.: *Bosellia mimetica*, *Elysia viridis* y *E. translucens*).

AGRADECIMIENTOS

Las microfografías han sido realizadas en el Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Murcia. Las profesoras Francisca Calderón y Maruja García hicieron comentarios y sugerencias muy útiles sobre la técnica de preparación de los tejidos para su observación mediante microscopía electrónica. Los comentarios y sugerencias taxonómicas de un revisor anónimo han sido de gran utilidad.

BIBLIOGRAFIA

BABA, K. 1955. — *Opisthobranchia of Sagami Bay*. Iwanami Shoten, Tokyo.
 BABA, K. 1959. — The family of Stiligeridae of Japan. *Publ. Seto. Mar. Biol. Lab.* 7:327-334.

BALLESTEROS, M. 1979. — *Bosellia mimetica* Trinchese, 1981 y *Elysia timida* Risso, 1818, dos sacoglosos nuevos para la fauna ibérica. *P. Dept. Zool. Univ. Barcelona*, 4: 13-17.
 BALLESTEROS, M. 1980. — *Contribución al conocimiento de los Sacoglosos y Nudibranchios*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
 BALLESTEROS, M., BARRAJON, A., LUQUE, A.A., MORENO, D., TALAVERA P. & TEMPLADO, J. 1986. — Contribución al conocimiento de los gasterópodos marinos de Almería. *Iberus*, 6: 39-55.
 BARASH, G. & DANIN, Z. 1971 — Opisthobranchia (Mollusca) from the Mediterranean waters of Israel. *Isr. J. Zool.* 20: 151-200.
 BOGI, C., COPPINI, M. & MARGELLI, A. 1984. — Contributo alla conoscenza della malacofauna dell'Alto Tirreno. *La Conchiglia*. 16 (186-187): 3-7.
 BOROWITZKA, M.A. 1976 — Some unusual features of the ultrastructure of the chloroplast of the green algae order Caulerpales and their development. *Protoplasma*, 89: 129-147.
 BOROWITZKA, M. A. & LARKUM, A. W. 1974. — Chloroplast development in the Caulerpalean alga *Halimeda*. *Protoplasma*, 81: 131-144.
 BOUCHET, P. 1984. — Les elysiidae de Méditerranée (Gastropoda, Opisthobranchiata). *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, 60(1): 19-28.
 CALVER, H. E., DAWES, C. H. & BOROWITZKA, M.A. 1976. — Phylogenetic relationships of *Caulerpa* (Chlorophyta) based on comparative chloroplast ultrastructure. *J. Phycol.* 12: 149-162.
 CLARK, K.B. 1984. — New records and synonymies of Bermuda opisthobranchs (Gastropoda). *Nautilus*. 89 (2): 85-97.
 CLARK, K.B. & BUSACCA, M. 1978. — Feeding specificity and chloroplast retention in four tropical Ascoglossa, with a discussion of the extent of chloroplast symbiosis and the evolution of the order. *J. Moll. Stud.*, 44: 272-282.
 CLARK, K.B. & FRANZ, A.R. 1969. — Occurrence of the sacoglossan opisthobranch *Hermaea dendritica* Alder and Hancock in New England. *Veliger*, 12: 174-175.
 COLGAN, N. 1971. — Marine Mollusca. Clare Island Survey, part 22. *Proc. R. Ir. Acad.* 31 (2): —36.
 COLOMBO, P.M. 1978.— An ultrastructural study of thallus organization in *Udotea petiolata*. *Phycologia*. 17: 227-235.
 COSTA, A. 1867. — Illustrazione di due generi di molluschi nudibranchi. *Accad. Sci. Fis. Mat. Soc. R. Napoli*, 6: 136-137.
 CHIA, F.S. 1971. — Oviposition, fecundity, and larval development of three sacoglossan opisthobranchs from the Northumberland coast. England. *Veliger*, 13: 319-325.
 CHUKHCHIN, V.D. 1960. — On the order Sacoglossa (Gastropoda, Opisthobranchia) in the Black Sea. *Trudy-sevastopol Biol. Sta.*, 13: 89-91.
 CUÉNOT, L. 1927. — Contributions à la faune du Bassin d'Arcachon. 9. Révue générale de la faune et bibliographie. *Bull. Stn. Biol. Arcachon*, 24: 229-305.
 DEKKER, R. 1986. — On a small collection of Opisthobranch molluscs from Minorca (Balearic Islands, Spain). *Anales de Biología*, 7 (Biol. Animal, 2): 3-4.
 ELIOT, C. 1906. — Report upon a collection of nudibranchiate mollusca from the Cape Verde Islands, with notes by C. Crossland. *Proc. Malac. Soc. London*, 7 (3): 131-159.

- ELIOT, C. 1910. — *A monograph of the British nudibranch mollusca*. Ray Society, London.
- ENGEL, H., GEERTS, S.J. & ALTENA, C.O. 1940. — *Alderia modesta* (Lövén) and *Limapontia depressa* (Alder & Hancock) in the brackish waters of the dutch coast. *Basteria*, 5: 6-34.
- FEZ, S. de 1974. — *Ascoglossos y Nudibranquios de España y Portugal*. C.S.I.C. Valencia.
- FRANZ, A.R. 1970. — Zoogeography of northwest Atlantic Opisthobranch molluscs. *Mar. Biol.* 7: 171-180.
- GASCOIGNE, T. 1956. — Feeding and reproduction in the Limapontiidae. *Trans. Roy Soc. Edinb.*, 63: 129-151.
- GONOR, J.J. 1961. — Observations on the biology of *Lobiger serradifalci*, a shelled Sacoglossan Opisthobranch from the Mediterranean. *Vie Milieu*. 12(3): 381-403.
- GREENE, R.W. 1970. — Symbiosis in sacoglossan opisthobranchs: symbiosis with algal chloroplasts. *Malacologia*, 10: 357-368.
- GREENE, R.W. & MUSCATINE, L. 1972. — Symbiosis in sacoglossan opisthobranchs: photosynthetic products of animal-chloroplast associations. *Mar. Biol.*, 14: 253-259.
- HAEFELFINGER, H.R. 1960. — Catalogue des opisthobranches de la rade de Villefranche-sur-mer et ses environs. *Rev. Suisse Zool.*, 67: 323-351.
- HAGERMAN, L. 1970. — The influence of low salinity on survival and spawning of *Elysia viridis*. *Sarsia*, 42: 1-6.
- HIDALGO, J.G. 1917. — *Fauna malacológica de España, Portugal y Baleares. Moluscos testáceos marinos*. *Mus. Nac. Cien. Nat., Trab. Ser. Zool.*, 30: 1-752.
- HINDE, R. & SMITH, D.C. 1974. — "Chloroplast symbiosis" and the extent to which it occurs in Sacoglossa (Gastropoda, Mollusca). *Biol. J. Linn. Soc.*, 6: 349-356.
- HINDE, R. & SMITH, D.C. 1975. — The role of photosynthesis in the nutrition of the mollusc *Elysia viridis*. *Biol. J. Linn. Soc.*, 7: 161-171.
- HOFF, P.J. & CARLSON, C. 1974. — Liste der von ihnen in Guam gefundenen Opisthobranchier. *Opisthobranch Newsletter*, 61-64.
- HORI, T. & UEDA, R. 1967. — Electron microscope algae with special reference to their phylogenetic relationships. *Sci. Rept. Tokyo Kyoiku Daigaku*, B (12): 225-244.
- KREMER, B.P. & SCHMITZ, K. 1976. — Aspects of $^{14}\text{C}_2$ fixation by endosymbiotic rhodoplasts in the marine opisthobranchiate *Hermaea bifida*. *Mar. Biol.* 34: 313-316.
- LEMICHE, H. 1938. — Gastropoda Opisthobranchiata. *Zool. Jcel.*, 4: 1-54.
- MACFARLAND, F.M. 1966. — Studies of Opisthobranchiate mollusks of the Pacific Coast of North America. *Mem. Calif. Acad. Sci.* 6: 1-546.
- MARCUS, E. 1973. — 1972. On some opisthobranchs from Florida. *Bull. Mar. Sci.*, 22: 284-308.
- MARCUS, E. 1973. — On the genus *Bosellia* (Mollusca: Gastropoda: Ascoglossa). *Bull. Mar. Sci.*, 23: 811-823.
- MARCUS, E. 1977. — An annotated checklist of the Western Atlantic warm water opisthobranchs. *J. Moll. Stud.*, Suppl. 4: 1-22.
- MARCUS, E. 1980. — Review of Western Atlantic Elysiidae with a description of a new *Elysia* species. *Bull. Mar. Sci.*, 30: (1): 54-79.
- MARCUS, E. & MARCUS, E. 1961. — On *Coryphellina rubrolineata* O'Donoghue, 1929. *Proc. Malacol. Soc. London*, 34: 224-227.
- MARCUS, E. & MARCUS, E. 1970. — Opisthobranchs from Curaçao and faunistically related regions. *Stud. Fauna Curaçao Caribb. Isl.* 33: 1-129.
- MARÍN, A. & ROS, J.D. 1987. — Catálogo preliminar de los gasterópodos del sudeste español. *Iberus*. 7 (1): 137-145.
- MARÍN, A. & ROS, J.D. (en prensa). — The chloroplast-animal association in four Iberian Sacglossan Opisthobranchs: *Elysia timida*, *E. translucens*, *Thuridilla hopei* and *Bosellia mimetica*. *Proc. 22nd European Mar. Biol. Symp.*
- MARIN, A., ROS, J.D. & PÉREZ, I. (en prensa). — La alimentación de los gasterópodos bentónicos; aplicación de un método inmunológico y primeros resultados. *Actas IV Simp. Ibér. Estud. Bentos Marino*.
- MAZZARELLI, G. 1903. — Note biologiche sugli Opisthobranchi del Golfo di Napoli. 2. Nudibranchi. *Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Mus. Civ. Nat. Milano*, 42: 274-290.
- MILLER, M.C. 1958. — *Studies on the nudibranchiate Mollusca of the Isle of Man*. Tesis doctoral, Universidad de Liverpool.
- MURILLO, L. & TALAVERA, P. 1983. — Aportación a la malacología de una laguna litoral: el Mar Menor (Murcia). *Iberus*, 3: 15-28.
- MURILLO, L. TEMPLADO, J. & TALAVERA, P. 1986. — The ascoglossan opisthobranchs of a caulerpan fauna of the Mediterranean Sea. *Shell and Sea Life*, 17 (11): 240-243.
- NOBRE, A. 1940. — *Fauna malacológica de Portugal I. Moluscos marinhos e das aguas salobras*. Companhia Editora do Minho. Barcelos.
- ODHNER, N. 1939. — Opisthobranchiate mollusca from the western and northern coast of Norway. *K. Norsk Videns. Sels. Skr.* 1: 1-92.
- OLMO, R. & ROS, J.D. 1984. — Las malacocenosis del Mar Menor. Estudio y comparación con comunidades de medios lagunares semejantes. *Actas IV Simp. Ibér. Estud. Bentos Mar.*, III: 253-260.
- ORTEA, J.A. 1977 a. — *Moluscos marinos de Asturias. I y II*. Tesis doctoral, Universidad de Oviedo.
- ORTEA, J.A. 1977 b. — Contribución a la actualización de la fauna de Opisthobranchios Ibéricos. Sacoglossos. *Bol. Est. Central Ecología*, VI (II): 75-91.
- ORTEA, J.A. 1982. — Moluscos Opisthobranchios de las islas Canarias. Primera parte: Ascoglossos. *Bol. Inst. Esp. Oceanog.*, 6: 180-199.
- PELSENEER, P. 1911. — Recherches sur l'embryologie des gastropodes. *Mém. Acad. r. Belg. Cl. Sci.*, 1: 1-622.
- PORTMANN, A. 1958. — *Bosellia mimetica* Trinchese. Opisthobranchie retrouvé en Méditerranée. *Vie Milieu*, 9: 74-80.
- PRUVOT-FOL, A. 1953. — Étude de quelques opisthobranches de la côte atlantique du Maroc et du Sénégal. *Trav. Inst. Sci. Chérifien Fac. Sci. ser. Zool.*, 5: 1-105.
- PRUVOT-FOL, A. 1954. — *Faune de France, 58: Mollusques Opisthobranches*. Lechevalier. Paris.
- PRUVOT-FOL, A. 1957. — Diagnose d'une Elysie peut-être nouvelle de la Méditerranée. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris*, (2) 29 (4): 337-339.
- RAHAT, M. 1976. — Direct development and symbiotic chloroplasts in *Elysia timida* (Mollusca: Opisthobranchia). *Israel J. Zool.*, 25: 186-193.
- RAHAT, M. & MONSELISE, E.B. 1979. — Photobiology of the chloroplast hosting mollusc *Elysia timida*. *J. exp. biol.* 79: 225-233.
- ROS, J.D. 1975. — Opisthobranchios (Gastropoda: Euthyneura) del litoral ibérico. *Inv. Pesq.*, 39 (2): 269-372.
- ROS, J.D. 1976 a. — Sistemas de defensa en los Opisthobranchios. *Oecologia aquatica*, 2: 41-77.
- ROS, J.D. 1976 b. — Sistemas de defensa en los Opisthobranchios.

MARIN Y ROS: SACOGLOSOS SE IBERICO

- quios. *Inv. y Ciencia*, 12: 48-60.
- ROS, J.D. 1981. — Noves citations de gasterópodes opisthobranchis de les Gimnèsies. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 47 (Sec. Zool., 4): 175-177.
- ROS, J.D. 1982. — Tipos biológicos en los Opisthobranchios. *Actas Ier. Simp. Ibér. Est. Bentos Marino*, 1: 413-440.
- ROS, J.D. & MARÍN, A. (en prensa). — La "simbiosi" fra molluschi Sacoglossi e chloroplasti algali. *Atti Secondo Congr. Soc. Ital. Malacol.*
- ROS, J.D. & RODRÍQUEZ, J. 1985. — La simbiosis algal en *Elysia timida* Risso, 1818. Primeros resultados. *Anales de Biología*, 4 (Biol. Ambiental, 1): 37-47.
- SALVAT, F. 1968. — *Hermaea paucicirra* Pruvot-Fol, 1953. *Bull. Mus. Nation. Hist. Nat.*, (2) 40 (2): 358-365.
- SCHMEKEL, L. 1968. — Ascoglossa, Notaspidea und Nudibranchia im Litoral des Golfes von Neapel. *Rev. Suisse Zool.*, 75: 103-155.
- SCHMEKEL, L. & PORTMANN, A. 1982. — *Opisthobranchia des Mittelmeeres*. Springer. Berlin.
- SORDI, M. & MAJIDI, P. 1957. — Osservazioni sui nudibranchi e gli ascoglossi (Gasteropodi Opisthobranchi) del litorale livornese. *Boll. Pesca Idrobiol.*, NS, 11: 235-245.
- SWENNEN, C. 1961. — On a collection of opisthobranchia from Turkey. *Zool. Medd.*, 38: 41-75.
- TARDY, J. 1962. — Première liste concernant la faune des mollusques nudibranches et ascoglosses sur la côte nord-ouest de l'Île de Ré (Charente-maritime). Fréquence mensuelle, notes écologiques. 87è Congrès des Soc. savantes: 1217-1227.
- TAYLOR, D.L. 1968. — Chloroplasts as symbiotic organelles in the digestive gland of *Elysia viridis* (Gastropoda: Opisthobranchia). *J. mar. Biol. Ass. U.K.*, 48: 1-15.
- TAYLOR, D.L. 1971. — Symbiosis between the chloroplasts of *Gryffithsia flosculosa* (Rhodophyta) and *Herma bifida* (Gastropoda: Opisthobranchia). *Pubbl. Staz. Zoo. Nap.*, 39: 116-120.
- TCHANG-SI 1931. — *Contribution à l'étude des mollusques opisthobranches de la côte provençale*. Tesis doctoral. Universidad de Lyon.
- TEMPLADO, J. 1982 a. — Moluscos de las formaciones de fanerógamas marinas de las costas de Cabo de Palos (Murcia). Tesis doctoral. Universidad Complutense.
- TEMPLADO, J. 1982. — Datos sobre los opisthobranchios del Cabo de Palos (Murcia). *Boll. Malacologico*, 18 (9-12): 247-254.
- TEMPLADO, J., TALAVERA, P. & MURILLO, L. 1983. — Adiciones a la fauna de opisthobranchios del Cabo de Palos (Murcia). I. *Iberus*, 3: 47-50.
- THOMPSON, T. 1976. — *Biology of Opisthobranch Molluscs*. I. Ray Society, London.
- THOMPSON, T. 1977. — Jamaican Opisthobranch Molluscs I. *J. Moll. Stud.*, 43: 93-140.
- THOMPSON, T. 1983. — The Bermudan and Caribbean Sacoglossan mollusc *Elysia flava* Verrill now recorded from the Greek Aegean sea. *Veliger*, 26 (2): 136-138.
- THOMPSON, T. & JAKLIN, A. 1988. — Eastern Mediterranean Opisthobranchia: Elysiidae (Sacoglossa-Ascoglossa). *J. Moll. Stud.*, 54: 59-69.
- THOMPSON, T. & SALGHETTI-DRIOLI, U. 1984. — Unusual features of the development of the sacoglossan *Elysia hopei* in the Mediterranean Sea. *J. Moll. Stud.*, 50 (1): 61-62.
- TRENCH, R.K., BOYLE, J.E. & SMITH, D.C. 1973. — The association between chloroplasts of *Codium fragile* and the mollusc *Elysia viridis*. *Proc. Royal Soc. Lond.*, B 1984: 63-81.
- TRINCHESE, S. 1873. — Descrizione di alcuni nuovi eolididei del Porto di Genova. *Bologna Accad. Sci. Mem.*, 4: 197-203.
- TRINCHESE, S. 1892. — Nuovi ascoglossi del golfo di Napoli. *Rend. Accad. Sci. Fis. Mat. Suc. R. Napoli*, 7: 154-155.
- VAYSSIÈRE, A. 1888. — Recherches zoologiques et anatomiques sur les mollusques opisthobranches du golfe de Marseille. *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, Zoologie*, 3: 5-160.
- VAYSSIÈRE, A. 1913. — Mollusques de la France et des Régions voisines. *Encycl. Scient.*, 1. Doin, Paris.
- VÉRANY, G.B. 1853. — Catalogue des mollusques Céphalopodes, Pteropodes, Gastéropodes nudibranches ect. des environs de Nice. *J. Conchyol.* 4: 375-392.
- VERRILL, A.E. 1901. — Addition to the fauna of the Bermudas. *Trans. Conn. Acad. Arts Sci.* 11: 15-62.
- VESTERGAARD, K & THORSON, G. 1938. — Über den laich und die Larven von *Duvaucelia plebeja*, *Polycera quadrilineata*, *Eubranhus pallidus* und *Limapontia capitata* (Gastropoda, Opisthobranchiata). *Zool. Anz.* 124: 129-138.
- WOOD, R.L. & LUFT, J.M. 1965. — The influence of buffer systems on fixation with osmium tetroxide. *J. Ultrastruct. Res.*, 12: 22-45.
- WRIGHT, S.W. & GRANT, B.R. 1978. — Properties of chloroplasts isolated from siphonous algae. Effects of osmotic shock and detergent treatment on intactness. *Plant Physiol.* 61: 768-771.